

不良回答検出を目的としたアンケート設計手法と 検出率の理論評価について

野口稜太[†] 須子統太[‡] 小林学[¶]

早稲田大学社会科学部[†] 早稲田大学社会科学総合学院[‡] 早稲田大学データ科学センター[¶]

1. はじめに

アンケート調査は企業や教育機関など様々な組織の意思決定に活用されている。特に Web アンケートはコストが安いことから多くの場面で用いられているが、不良回答が含まれる事も多く集計結果の信頼性に課題がある。そのため、従来よりダミーの追加設問を用いることで不良回答を検出する手法が考案されている。しかし、不良回答の検出精度に関しては一部の条件下でのみ理論評価が行われているだけで不明な点も多い。そこで本研究では従来と異なる条件のもと、不良回答混入モデルを仮定することで、不良回答検出手法の検出率についての理論評価を行う。

2. 従来研究

不良回答を検出する手法として、IMC・DQS・ARS といった方法がある[1][2]。これらは設問の作成方法を工夫し、実アンケートを用いた検証による評価が行われてきた。

一方伊藤らの研究では、アンケートの設問を情報設問と検査設問の 2 つに大別する[3]。情報設問とは、もとよりアンケートから取得したい情報を問いかけている設問である。検査設問とは、アンケートの趣旨と異なった設問であり、その質問の回答内容を用いて不良回答かどうかを判定する設問である。このとき彼らは、「はい」と「いいえ」の 2 択の情報設問と検査設問の場合を考え、いくつかの検査パターンを想定して不良回答の検出確率を理論的に評価し、平均的に最も不良回答を検出する検査パターンを明らかにした。

3. 設問と不良回答モデル

3.1 情報設問と検査設問

本研究では、アンケート設計が 3 択の情報設問と検査設問で構成されている場合を考える。k 番目の情報設問に対する回答を $x_k \in \{0,1,2\}$ とし、回答は $\{0,1,2\}$ の 3 値を取ると仮定する。同様に、n 番目の検査設問に対する回答を $c_n \in \{0,1,2\}$ とし、こちらも 3 値を取ると仮定する。また、ある回答者

の全ての情報設問に対する回答列を $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_K)$ 、検査設問に対する回答列を $\mathbf{c} = (c_1, c_2, \dots, c_N)$ と表記する。

3.2 不良回答モデル

不良回答者は、以下の不良回答モデルに従い、情報設問や検査設問に回答することとする。

$$\Pr\{x_k = i\} = p_i, i \in \{0,1,2\}. \quad (1)$$

$$\Pr\{c_n = i\} = p_i, i \in \{0,1,2\}. \quad (2)$$

$$\sum_i p_i = 1. \quad (3)$$

これは、不良回答者が設問文の内容に関わらず、ある一定の確率で回答を選択することを表現している。

4. 検査設問の設計

検査設問は、情報設問に対する回答列 $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_K)$ から一意に定まる回答を答えさせる設問とする。本研究では、その中でも情報設問のうちの k 番目の設問のみに依存して回答が定まる検査設問のクラスを考える。いま、n 番目の検査設問に対する x_k に対応する正しい回答を表す関数、

$$f_n(x_k) \in \{0,1,2\}, \quad (4)$$

を考える。この関数 f_n は以下の表で表される、 $3^3 = 27$ 通りのパターンが存在する。ここで、検査設問は以下の表のあるパターンに従うように情報設問 x_K に対して一意に回答が定まるような設問を設定する。このパターンを検査設問の回答パターンと呼ぶこととする。

表 1 検査設問のパターン

	n 番目の検査設問の回答 $f_n(x_k)$													
回答パターン	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$x_k = 0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
$x_k = 1$	0	0	0	1	1	1	2	2	2	0	0	0	1	1
$x_k = 2$	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1

	n 番目の検査設問の回答 $f_n(x_k)$													
回答パターン	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
$x_k = 0$	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
$x_k = 1$	1	2	2	2	0	0	0	1	1	1	2	2	2	
$x_k = 2$	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	

例として、検査設問の回答パターン 1 は、k 番目の情報設問の回答に関わらず、必ず検査設問で 0 と回答するようなアンケート設計を表している。

A questionnaire design method for detecting defective responses and its theoretical evaluation

[†] RYOTA NOGUCHI, School of Social Science, Waseda University.

[‡] TOTA SUKO, Faculty of Social Science, Waseda University

[¶] MANABU KOBAYASHI, Center for Data Science, Waseda University

具体的には、検査設問において「この設問では必ず0を選択してください」のような質問が考えられる。また、検査設問の回答パターン16では、以下のように、情報設問の回答と検査設問の回答が全て異なるように設計されている。

$$f_n(x_k = 0) = 1. \quad (5)$$

$$f_n(x_k = 1) = 2. \quad (6)$$

$$f_n(x_k = 2) = 0. \quad (7)$$

具体的には、ほぼ同様の内容の設問に対し、選択肢の提示する順番を入れ替えるような設問を表す。

ある回答者の情報設問の回答列が x で検査設問の回答が c だったとき、 $c \neq f_n(x)$ の場合、その回答列を不良回答とみなす。

5. 不良回答検出率

不良回答検出率を次式で定義する。

$$L = \Pr\{x, c | f_n(x_k) \neq c_n, \exists n\}. \quad (8)$$

これは、不良回答者が不良回答モデルに従い回答したもとの、検出設問により不良回答として検出される確率を表す。また、

$$L_n = \Pr\{x, c | f_n(x_k) \neq c_n, \exists n\}, \quad (9)$$

とする。全ての n に対して異なる k が対応しているとき、次式が成り立つ。

$$L = 1 - \prod_n (1 - L_n). \quad (10)$$

したがって、以降 L_n について評価していく。

不良回答検出率は、不良回答者がランダムに回答を選択したとしても検査設問を偶然正答してしまう確率を計算し、その値を1から引くことで求められる。例えば、検査設問の回答パターン1の場合では、

$$L_n = 1 - \{p_0 \cdot p_0 + p_1 \cdot p_0 + p_2 \cdot p_0\}, \quad (11)$$

を計算すると不良回答検出率を導くことができる。

6. 不良回答検出確率の期待値と最小値

不良回答モデルの確率 p_i がある事前分布より生起するものと仮定する。上述の式を用いて不良回

答検出率の最小値や期待値を解析的に求めることができる。

表2では $p_i, i \in \{0,1,2\}$ が一様分布で生起すると仮定した場合の全27パターンの不良回答検出率 L_n の期待値と、 p_i を変化させた場合の不良回答検出率の最小値を示す。表2より、不良回答検出率の期待値が最も高くなるパターンは、 $10 \cdot 11 \cdot 16 \cdot 17 \cdot 19 \cdot 20 \cdot 25 \cdot 26$ であった。これらの共通点として、情報設問と検査設問の回答が一致しない検査パターンであった。このなかで、最小値が最も高くなる検査パターンは16と20であった。以上から情報設問と検査設問の回答が同じにならず、3値を用いた検査設問が不良回答検出率の期待値と最小値の意味で良いと考えられる。

7. まとめ

本研究では伊藤らの研究を拡張し、アンケートの選択肢が3択の場合の不良回答モデルを提案した。またこのモデルにおける不良回答検出確率の期待値と最小値を解析的に求め、最善の検査パターンを示した。今回の結果は、選択肢が4択以上の場合についても同様の方法で評価できる。

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費基盤研究(C)一般(No. 21K11796), (No. 19K04914)により行われた。

参考文献

- [1] Oppenheimer, D. M., Meyvis, T., & Davidenko, N., "Instructional manipulation checks: Detecting satisficing to increase statistical power," *Journal of Experimental Social Psychology*, 45, pp.867-872, 2009.
- [2] Maniaci, M. R., & Rogge, R. D., "Caring about carelessness: Participant inattention and its effects on research," *Journal of Research in Personality*, 48, pp.61-83, 2014.
- [3] 伊藤健太郎, 須子統太, 小林学 "不良回答検出のためのアンケート設計手法について", 情報処理学会第84回全国大会講演論文集, vol. 1, pp.445-446, 2022年3月.

不良回答検出率	検査設問の回答パターン													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
期待値	0.67	0.67	0.58	0.58	0.58	0.5	0.67	0.67	0.58	0.75	0.75	0.67	0.67	0.67
最小値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0

不良回答検出率	検査設問の回答パターン												
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
期待値	0.58	0.75	0.75	0.67	0.75	0.75	0.67	0.67	0.67	0.58	0.75	0.75	0.67
最小値	0	0.67	0.5	0	0.5	0.67	0	0	0	0	0.5	0.5	0

表2 不良回答検出確率の期待値と最小値